

PCT/EP 03 / 03780

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

## PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 2 MAY 2003

WIPO

PCT

### Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 61 094.0

**Anmeldetag:** 20. Dezember 2002

**Anmelder/Inhaber:** Continental Teves AG & Co oHG,  
Frankfurt am Main/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Erkennung von Reifeneigenschaften

**IPC:** B 60 C 23/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 24. April 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

04018

Continental Teves AG & Co. OHG

19.12.2002  
GP/BR  
P 10604

F. Edling  
Dr. M. Griesser  
Dr. A. Köbe  
M. Holtz  
K. Perras

### **Verfahren zur Erkennung von Reifeneigenschaften**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung von Reifeneigenschaften in einem elektronischen Steuergerät für Kraftfahrzeuge.

Gemäß dem Verfahren der Erfindung läßt sich erkennen, ob Neureifen am Fahrzeug montiert sind.

Neureifen können ein anhaltendes Wachstum des dynamischen Abrollumfangs bis zu 0,5 % des Abrollumfangs zeigen, insbesondere wenn sie erstmals bei hoher Fahrgeschwindigkeit betrieben werden. Es hat sich gezeigt, daß das Umfangswachstum oberhalb einer bestimmten Geschwindigkeit einsetzt und für eine bestimmte Zeit andauert. Nach dieser Zeit wächst der Umfang nicht mehr weiter, das Neureifenwachstum ist abgeschlossen. Ein weiteres Wachstum tritt dann nur bei weiterer Erhöhung der Geschwindigkeit auf.

Besonders in einem an sich bekannten Verfahren zur Reifendruckverlusterkennung auf Basis von Raddrehzahlinformationen alleine (z.B. Deflation Detection System, DDS, Fa. Continental Teves AG & Co. OHG, Frankfurt, EP-A 0 983 154) ist es für die Genauigkeit der Erkennung von großer Bedeutung, Effekte die sich auf den dynamischen Abrollumfang beziehen, genau zu kennen. Das erfindungsgemäße Verfahren wird daher bevorzugt in einem solchen bekannten Reifendruckerkennungsverfahren eingesetzt. Der DDS-Algorithmus sammelt zunächst

Fahrdaten auf Basis der Raddrehzahlinformationen und berechnet daraus nach dem an sich bekannten Prinzip der Raddrehzahlverhältnisbildung einen Referenzwert (nachfolgend Ref bezeichnet). Der zeitliche Verlauf  $\text{Ref}(t)$  gibt bereinigt von Störeinflüssen Abweichungen der dynamischen Radumfangverhältnisse besonders empfindlich wieder. Nach Neustart (Reset) des Algorithmusses wird zunächst der Normalzustand eingelernt. Wenn für die statistische Auswertung genügend Drehzahlwerte ausgewertet wurden, wird die Lernphase beendet und ein Lernwert gebildet. Anschließend beginnt die Vergleichsphase, in der die eigentliche Erkennung eines Luftdruckverlustes stattfindet. In der Vergleichsphase werden aktuelle Werte von Ref gesammelt und gemittelt. Sind genügend geeignete Werte gesammelt worden, wird die gemittelte Größe mit dem Lernwert zur Druckverlusterkennung verglichen. Werden in der Erkennungsphase die Reifen neu aufgepumpt oder gewechselt, muß dies dem System von Hand mitgeteilt werden. Es ist aber auch möglich, daß Erkennungseinrichtungen vorgesehen sind, die eine entsprechende Veränderung bei den Reifen signalisieren (DDS-Reset).

Das Verfahren wird bevorzugt als Algorithmus in einem Fahrzeugrechner ausgeführt, welcher über entsprechende Eingänge Informationen der ABS-Raddrehzahlsensoren zugeführt bekommt. Besonders bevorzugt wird der Algorithmus in einem mikroprozessorgesteuerten Bremsensteuergerät ausgeführt, welches ohnehin mit den Raddrehzahlsensoren verbunden ist. Bei diesem Steuergerät handelt es sich insbesondere um ein Steuergerät für herkömmliche hydraulische Bremsanlagen oder für neuere "brake by wire" Bremsanlagen, wie etwa die elektrohydraulische Bremse (EHB) oder die elektromechanische Bremse (EMB).

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden im DDS-Algorithmus Lernwerte getrennt für vorgegebene Geschwindigkeitsbereiche gebildet. Auf diese Weise lassen sich geschwindigkeitsabhängige Effekte der Reifen erkennen. Die geschwindigkeitsabhängige Lernwertbildung findet vorzugsweise zusätzlich zur an sich bekannten Bildung von Lernwerten statt.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist besonders einfach durchführbar, wenn das beobachtete Reifenwachstum nicht an allen vier Rädern gleichzeitig auftritt. Zum Ermitteln des Rades, an dem ein Reifenwachstum auftritt, lassen sich bevorzugt mehrere verschieden ermittelte Referenzwerte auswerten. Es ergeben sich jeweils in den z.B. seitenweise, kreuzweise oder achsenweise ermittelten Referenzwerten Abweichungen, deren gemeinsame Auswertung eine Bestimmung der Radposition, an der Reifenwachstum aufgetreten ist, zulässt.

Nachfolgend wird die Erfindung an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert.

Das weiter oben erwähnte DDS-Druckverlusterkennungsverfahren ermittelt zunächst auf an sich bekannte Weise drei verschieden ermittelte Referenzwerte,  $Ref_{diag}$ , für die Diagonalenverhältnisse,  $Ref_{side}$ , für die Seitenverhältnisse und  $Ref_{axle}$ , für die Achsverhältnisse auf. Nach Beendigung einer Lernphase liegen für jeden dieser Referenzwert Lernwerte vor, an Hand derer sich durch Vergleich mit aktuell ermittelten Referenzwerten ein Druckverlust auf an sich bekannte Weise feststellen lässt. Ein Neustart der Lernphase beginnt normalerweise durch Betätigung eines Reset-Tasters durch den Fahrer nach einem Reifenfüllvorgang oder nach einem Wechsel der

Reifen bzw. Räder.

Vorzugsweise ist zusätzlich vorgesehen, dass nach einem Ansprechen des Verfahrens der Neureifenerkennung, welche beispielsweise einen Neustart von DDS auslöst, die Erkennung nicht noch ein zweitesmal aktiviert ist. Damit wird verhindert, dass das System ständig den aktuellen Referenzwerten mit mehrfachen DDS-Resets "hinterherlernt". Eine ausreichend empfindliche Druckverlusterkennung wäre in diesem Fall nicht mehr sichergestellt. Eine neuerliche Erkennung ist insbesondere erst dann wieder möglich, wenn ein Signal für einen DDS-Reset erzeugt worden ist, zum Beispiel nach der Montage von neuen Reifen.

Der bereits beschriebene Ausdehnungseffekt eines Neureifens kann die obige Druckverlusterkennung stören. Daher werden die entsprechenden Effekte eines Neureifens auf nachfolgende Weise berücksichtigt.

In Fig. 1 ist die Funktionsweise der Neureifenerkennung schematisch dargestellt. Das nicht dargestellte Funktionsmodul "DDS" stellt drei verschieden ermittelte Referenzwerte 4, 5, 6 zur Verfügung. Nach dem Verfahren wird die Differenz zwischen einem eingelerntem Lernwert und einem aktuell ermittelten (gefilterten) Referenzwert betrachtet. Wenn ein Reifen wächst, rotiert das entsprechende Rad langsamer. Dies führt zu einer Veränderung des Referenzwertes für das Diagonalenverhältnis. In Funktionsgruppe 1 wird unter Zuhilfenahme weiterer verschieden ermittelter Referenzwerte festgestellt, welches Rad einen Neureifeneffekt aufweist. Diese Information wird an eine Wahrscheinlichkeitsüberwachung 2 über Signalweg 3 weitergegeben. Überschreitet die Veränderung

- 5 -

(Differenz zwischen Ref-Wert und Lernwert) eine erste Schwelle, die niedriger ist, als die DDS-Schwelle für die Druckverlusterkennung, besteht ein Verdacht für Reifenwachstum. Die Wahrscheinlichkeit, dass Reifenwachstum vorliegt, wird durch weitere in zeitlicher Folge ermittelte Referenzwerte größer, wenn ein aktueller Referenzwert ebenfalls die obigen Kriterien erfüllt. In Funktionsmodul 2 wird die Wahrscheinlichkeit mit einem einfachen Zähler ausgeführt. Überschreitet dieser Zähler einen vorgegebenen Schwellenwert, liegt Neureifenwachstum mit hoher Wahrscheinlichkeit vor. In diesem Fall werden Reset-Signale über Leitungen 8, 9, 10 an das Modul "DDS" ausgegeben. Leitung 7 setzt die DDS-Funktion vorübergehend außer Kraft.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird über Signalleitung 11 eine zusätzliche Verarbeitung des Referenzwertes für das Diagonalenverhältnis vorgenommen, bei der die Schwellenwerte für die Auswertung des Diagonalenverhältnis gegenüber den übrigen Referenzwerten höher festgelegt sind. Auf diese Weise ist es möglich, die Erkennungssicherheit der Neureifenenerkennung noch weiter zu erhöhen.

Leitung 12 überträgt eine durch Funktionsmodul "DDS" ermittelte Größe über die Qualität des Fahrbahnzustandes und der Signalqualität. Ist die Qualität der Fahrbahn oder der Signale zu gering, wird vorzugsweise die Erhöhung des Zählerstands bei einem Verdacht auf Neureifenwachstum unterdrückt.

Signalleitung 13 ist vorgesehen, um die Erkennung von Neureifenwachstum auf bestimmte, vorausgewählte Kilometerstände einzuschränken. Diese Funktion basiert auf dem Gedanken, dass ab einem bestimmten, geeignet festzulegenden Kilometer-

stand kein Neureifenwachstum mehr auftreten kann. Bevorzugt wird der Kilometerstand auf den letzten DDS-Reset bezogen, damit ein Reifenwechsel durch das System nicht unberücksichtigt bleibt.

Die vorstehend beschriebene Methode der Erkennung eines Neureifenwachstums kann auch für einzelne Geschwindigkeitsintervalle getrennt durchgeführt werden. Wenn zum Beispiel das Fahrzeug eine bestimmte Zeit in einem entsprechenden Geschwindigkeitsintervall gefahren ist, wird vom Algorithmus angenommen, daß das Neureifenwachstum nur für dieses Intervall abgeschlossen ist. Entsprechend kann auch das Einlernen und Auswerten der Referenzwerte für verschiedene Geschwindigkeitsintervalle unabhängig voneinander durchgeführt werden, wenn ausreichend Speicherplatz zur Verfügung steht.

Eine Unterscheidung zwischen Reifenwachstum und Druckverlust kann vorzugsweise auch dadurch erfolgen, dass eine oberere Schwellenwert festgelegt wird, welche durch den Einfluss von Reifenwachstum auf die Änderung eines Referenzwertes nicht überschritten werden kann.

Weitere Möglichkeiten zur Unterscheidung zwischen Reifenwachstum und Druckverlust:

- Der Effekt auf einen Referenzwert als Folge eines Druckverlusts besitzt eine große Steigung.

Besonders bevorzugt wird, wenn der Wert von Ref den zweiten Grenzwert erreicht oder überschreitet, der Wahrscheinlichkeitszähler herabgezählt. Hierdurch wird das System davor bewahrt, ein Neureifenanwachsen anzuzeigen, wenn tatsächlich ein Druckverlust vorliegt.

**Patentansprüche:**

1. Verfahren zur Erkennung eines Wachstums des dynamischen Reifenumfangs (Umfangswachstum bzw. Reifenwachstum), dadurch **gekennzeichnet**, dass
  - auf Basis von Raddrehzahlinformationen mindestens ein Referenzwert Ref gebildet wird, welcher insbesondere eine seitenweise und/oder kreuzweise Relation der Kraftfahrzeugräder untereinander darstellt,
  - der zeitliche Verlauf des/der Referenzwerte betrachtet wird und
  - auf Grundlage des Verlaufs Reifenwachstum erkannt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass die gebildeten Referenzwerte mit eingelernten Lernwerten verglichen werden, und auf Grundlage des Vergleichs Reifenwachstum erkannt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, dass Lernwerte für vorgegebene Geschwindigkeitsintervalle individuell gelernt werden.
4. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch **gekennzeichnet**, dass das Umfangswachstum in vorgegebenen Geschwindigkeitsbereichen individuell betrachtet wird.
5. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch **gekennzeichnet**, dass in einem ersten niedrigen Geschwindigkeitsintervall berücksichtigt wird, ob in einem zweiten höheren Geschwindigkeitsintervall bereits



Umfangswachstum stattgefunden hat.

6. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch **gekennzeichnet**, dass für den Fall, dass sich das Fahrzeug länger als eine vorbestimmte Zeit in einem vorgegebenen Geschwindigkeitsintervall befindet angenommen wird, dass das Umfangswachstum in diesem Intervall abgeschlossen ist.
7. Verfahren zur Erkennung eines Reifenluftdruckverlustes nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch **gekennzeichnet**, dass ein oder mehrere aktuelle Referenzwerte mit einem oder mehreren Lernwerten verglichen werden und in Abhängigkeit der Abweichung/-en des/der Referenzwerte/-s vom Lernwert auf einen Reifendruckverlust geschlossen wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch **gekennzeichnet**, dass das Druckverlusterkennungssystem deaktiviert wird, während Umfangswachstum stattfindet oder festgestellt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch **gekennzeichnet**, dass zur Unterscheidung zwischen Druckverlust und Umfangswachstum das Vorzeichen der Drehzahländerung des betrachteten Rades ausgewertet wird.
10. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch **gekennzeichnet**, dass zur Unterscheidung zwischen Druckverlust und Umfangswachstum die erste Ableitung von  $\text{Ref}(t)$  und der Absolutbetrag der Abweichung vom Lernwert betrachtet wird.

11. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch **gekennzeichnet**, dass zum Ermitteln der Montageposition des Rades, welches ein Reifenwachstum zeigt,

- ein Vergleich des Verlaufs oder der Abweichungen von eingelernten Werten zwischen mindestens zwei, insbesondere drei, verschieden ermittelten Referenzwerten durchgeführt wird,

wobei sich die verschieden ermittelten Referenzwerte dadurch unterscheiden, dass diese insbesondere Diagonalverhältnisse, Seitenverhältnisse und Achsverhältnisse repräsentieren.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch **gekennzeichnet**, dass auf Reifenwachstum geschlossen wird, wenn die mindestens zwei, insbesondere drei, Referenzwerte unabhängig voneinander Reifenwachstum erkennen lassen, was insbesondere durch Betrachtung und Vergleich des Vorzeichens der beobachteten Referenzwertänderungen möglich ist.

13. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Abweichung zwischen einem Referenzwert und einem eingelernten Wert für diesen Referenzwert betrachtet wird und bei einer Überschreitung dieser Abweichung eines ersten Schwellenwertes DDS\_FOR\_GROW ein Wahrscheinlichkeitswert erhöht wird.

14. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Wahrscheinlichkeitswert eine Wahrscheinlichkeitsschwelle COUNT\_GR besitzt, deren Überschreitung signalisiert, dass Reifenwachstum vorliegt, wobei der durch den

Wahrscheinlichkeitszähler angegebene Grad der Wahrscheinlichkeit davon abhängt, wie häufig innerhalb eines bestimmten Zeitraums der Schwellenwert DDS\_FOR\_GROW überschritten wurde.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Wahrscheinlichkeitswert nur dann erhöht wird, wenn zusätzlich eine oder mehrere der Zusatzbedingungen

- Signalqualität der Referenzwerte,
- Qualität der Fahrbahnbeschaffenheit oder
- gefahrene Wegstrecke innerhalb eines vorgegebenen Bereichs

erfüllt ist.

16. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch **gekennzeichnet**, dass für den Fall, dass ein oder mehrere Referenzwerte einen Schwellenwert DDS\_MAX\_GROW überschreiten, nicht auf Reifenwachstum geschlossen wird.

17. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch **gekennzeichnet**, dass das Verfahren zur Erkennung von Neureifen in einen Ausgangszustand zurückgesetzt wird, wenn ein Reifenwechselrücksetzsignal, wie insbesondere ein DDS-Reset, detektiert wird.

18. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch **gekennzeichnet**, dass im Falle der Feststellung von Neureifenwachstum in indirektes, auf Basis der Rad-

geschwindigkeiten arbeitendes, Druckverlusterkennungssystem (DDS) in einen Anfangszustand zurückgesetzt wird (DDS-Reset).

1/1

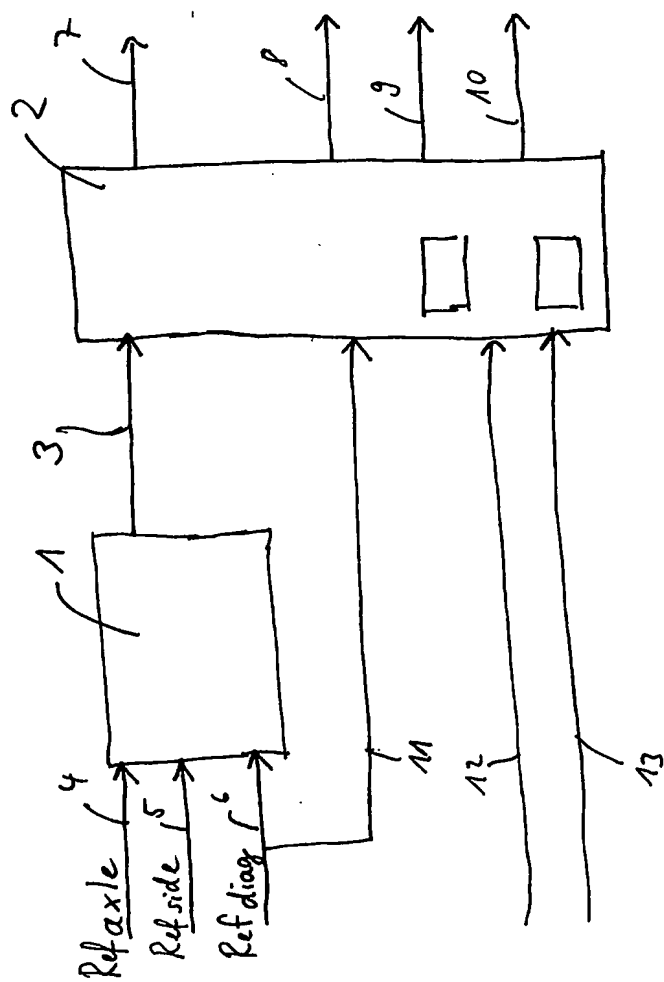
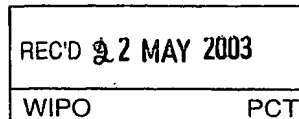
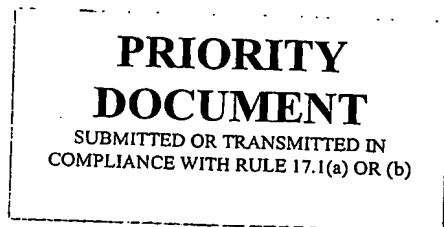


Fig. 1



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 17 133.5

**Anmeldetag:** 17. April 2002

**Anmelder/Inhaber:** Continental Teves AG & Co oHG,  
Frankfurt am Main/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Erkennung von Reifeneigenschaften

**IPC:** B 60 C 23/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 22. April 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

*Handwritten initials*

Continental Teves AG & Co. oHG

17.04.2002

P 10405

GP/BR/ad .

F. Edling

Dr. M. Griesser

Dr. A. Köbe

M. Holtz

### **Verfahren zur Erkennung von Reifeneigenschaften**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung von Reifeneigenschaften in einem elektronischen Steuergerät für Kraftfahrzeuge.

Gemäß dem Verfahren der Erfindung läßt sich erkennen, ob Neureifen am Fahrzeug montiert sind.

Neureifen können ein anhaltendes Wachstum des dynamischen Abrollumfangs bis zu 0,5 % des Abrollumfangs zeigen, insbesondere wenn sie erstmals bei hoher Fahrgeschwindigkeit betrieben werden. Es hat sich gezeigt, daß das Umfangswachstum oberhalb einer bestimmten Geschwindigkeit einsetzt und für eine bestimmte Zeit andauert. Nach dieser Zeit wächst der Umfang nicht mehr weiter, das Neureifenwachstum ist abgeschlossen. Ein weiteres Wachstum tritt dann nur bei weiterer Erhöhung der Geschwindigkeit auf.

Besonders in einem an sich bekannten Verfahren zur Reifendruckverlusterkennung auf Basis von Raddrehzahlinformationen alleine (z.B. Deflation Detection System, DDS, Fa. Continental Teves AG & Co. oHG, Frankfurt, EP-A 0 983 154) ist es für die Genauigkeit der Erkennung von großer Bedeutung, Effekte die sich auf den dynamischen Abrollumfang beziehen, genau zu kennen. Das erfindungsgemäße Verfahren wird daher

- 2 -

bevorzugt in einem solchen bekannten Reifendruckerkennungsverfahren eingesetzt. Der DDS-Algorithmus sammelt zunächst Fahrdaten auf Basis der Raddrehzahlinformationen und berechnet daraus nach dem an sich bekannten Prinzip der Raddrehzahlverhältnisbildung einen Referenzwert (nachfolgend Ref bezeichnet). Der zeitliche Verlauf  $\text{Ref}(t)$  gibt bereinigt von Störeinflüssen Abweichungen der dynamischen Radumfangsverhältnisse besonders empfindlich wieder. Nach Neustart (Reset) des Algorithmusses wird zunächst der Normalzustand eingelernt. Wenn für die statistische Auswertung genügend Drehzahlwerte ausgewertet wurden, wird die Lernphase beendet und ein Lernwert gebildet. Anschließend beginnt die Vergleichsphase, in der die eigentliche Erkennung eines Luftdruckverlustes stattfindet. In der Vergleichsphase werden aktuelle Werte von Ref gesammelt und gemittelt. Sind genügend geeignete Werte gesammelt worden, wird die gemittelte Größe mit dem Lernwert zur Druckverlusterkennung verglichen. Werden in der Erkennungsphase die Reifen neu aufgepumpt oder gewechselt, muß dies dem System von Hand mitgeteilt werden. Es ist aber auch möglich, daß Erkennungseinrichtungen vorgesehen sind, die eine entsprechende Veränderung bei den Reifen signalisieren.

Das Verfahren wird bevorzugt als Algorithmus in einem Fahrzeugrechner ausgeführt, welcher über entsprechende Eingänge Informationen der ABS-Raddrehzahlsensoren zugeführt bekommt. Besonders bevorzugt wird der Algorithmus in einem mikroprozessorgesteuerten Bremsensteuergerät ausgeführt, welches ohnehin mit den Raddrehzahlsensoren verbunden ist. Bei diesem Steuergerät handelt es sich insbesondere um ein Steuergerät für herkömmliche hydraulische Bremsanlagen oder für neuere "brake by wire" Bremsanlagen, wie etwa die elektrohydrauli-



sche Bremse (EHB) oder die elektromechanische Bremse (EMB).

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden im DDS-Algorithmus Lernwerte getrennt für vorgegebene Geschwindigkeitsbereiche gebildet. Auf diese Weise lassen sich geschwindigkeitsabhängige Effekte der Reifen erkennen. Die geschwindigkeitsabhängige Lernwertbildung findet vorzugsweise zusätzlich zur an sich bekannten Bildung von Lernwerten statt.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist besonders einfach durchführbar, wenn das beobachtete Reifenwachstum nicht an allen vier Rädern gleichzeitig auftritt. In diesem Fall ergeben sich bei dem durch seitenweise und/oder kreuzweise ermittelten Referenzwerten Abweichungen, welche beobachtet werden können.

Nachfolgend wird die Erfindung an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert.

Weitere bevorzugte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels an Hand von Figuren.

Es zeigen

Fig. 1      einen Algorithmus zur Reifendruckverlusterkennung mit Neureifenerkennung,

Fig. 2      Diagramme, die den zeitlichen Verlauf der Fahrzeuggeschwindigkeit wiedergeben,

- 4 -

Fig. 3      einen Algorithmus zur Reifendruckverlusterkennung mit Neureifenerkennung im Detail,

Fig. 4      ein Algorithmus zur Erkennung von Reifenwachstum im Detail,

Gemäß Fig. 1 wird in Schritt 101 zunächst dem System z.B. über einen Reset-Taster oder eine automatische Erkennungseinrichtung angezeigt, daß eine manuelle Druckänderung an den Reifen vorgenommen wurde (z.B. Aufpumpen eines oder mehrere Reifen oder Reifenmontage). Es muß nun überprüft werden, ob gleichzeitig neue Reifen montiert worden sind. Hierzu wird die Neureifenerkennungsfunktion nach Drücken des Reset-Tasters in Schritt 102 aktiviert. Wird Neureifenwachstum in Schritt 103 festgestellt, wird in Schritt 104 der Druckverlusterkennungsalgorithmus während dieser Zeit deaktiviert. Nach Beendigung des Neureifenwachstums wird der DDS-Algorithmus wieder aktiviert.

In Fig. 2a) ist die Erkennung an Hand von vier Reifen dargestellt, bei denen das Neureifenwachstum bereits abgeschlossen ist. Teilbild b) zeigt den entsprechenden Kurvenverlauf, wenn zumindest einer der Reifen ein Neureifen mit Umfangswachstum ist. Die Geschwindigkeitsachse  $V$  ist in Geschwindigkeitsintervalle  $V_0$  bis  $V_7$  aufgeteilt. Das weiter oben erwähnte Druckverlusterkennungsverfahren zeichnet zunächst in den Intervallen individuell während einer Lernphase die gewöhnlichen Abrolleigenschaften der Fahrzeugräder in unterschiedlichen Fahrsituationen auf. Wenn die Lernphase beendet ist, wird die Vergleichsphase mit der eigentlichen Druckverlusterkennung aktiviert. Zum Zeitpunkt  $t_0$  wird die Reset-Taste gedrückt. Bei  $t_1$  besteht Verdacht auf einen Neu-

reifen. DDS wird abgeschaltet. Wenn V weiter steigt und dabei in das nächste Intervall (z.B. von V0 in V1) gelangt, wird DDS entsprechend der Wirkungsweise der Reset-Taste für dieses Intervall individuell neu gestartet. Dabei werden die zuvor gelernten Eigenschaften wieder gelöscht bzw. das Erkennungssystem wird zurück in den Urzustand versetzt. Bleibt V über längere Zeit hinweg nahezu konstant (Teilbild a), Intervall V5), kann die Lernphase beendet und DDS aktiviert werden.

Fig. 3 zeigt im Detail die Funktionsweise des Algorithmusses zur Neureifenwerknennung in einem DDS-System. Die Variable  $v\_int$  gibt das momentane Geschwindigkeitsintervall an. Für die Erkennung kann zur Vereinfachung des Problems davon ausgegangen werden, daß das zu erkennende Neureifenwachstum nicht auftritt, bevor der erste Lernwert ermittelt wurde.

In Fig. 4 ist die Funktionsweise der Neureifenerkennung im Detail erläutert. Das Wachstum des Reifenumfangs wird individuell für verschiedene Geschwindigkeitsintervalle mitgeschrieben. Nach dem Verfahren wird ein Vergleich zwischen dem Lernwert für das momentanen Geschwindigkeitsintervall und dem Wert des vorzugsweise gemittelten oder gefilterten Referenzwertes Ref (Y-Achse in Teilbild a)) vorgenommen. Auf der x-Achse ist die Anzahl n der Datensätze (Samples), die bei der Referenzwertermittlung im jeweiligen Geschwindigkeitsintervall berücksichtigt wurden, aufgetragen. Kurve 402 gibt den Verlauf von Ref bei Reifenwachstum wieder. Kurve 403 zeigt den Verlauf bei fehlendem Reifenwachstum.

Für die Erkennung eines Reifenwachstums im momentanen V-Intervall wird ein Zähler Z (Y-Achse in Teilbild b)) in jedem V-Intervall verwendet, welcher hochgezählt wird, wenn der Wert Ref größer als die Konstante A ist. Kurve 404 gibt den Zählerstand von Z bei Reifenwachstum wieder, Kurve 405 bezieht sich auf das Beispiel ohne Reifenwachstum. Der Zeitpunkt, ab dem der Zähler hochgezählt wird, ist mit 401 bezeichnet. Erreicht der Zähler, wie in Teilbild b) dargestellt, einen oberen oder unteren Grenzwert (Konstante B), so wird die Flagge "growth detected" gesetzt, womit eine Erkennung von Reifenwachstum dem Algorithmus bekannt gemacht wird.

Wenn das Fahrzeug eine bestimmte Zeit in einem V-Intervall ( $V_i$ ) gefahren ist, wird vom Algorithmus angenommen, daß das Neureifenwachstum abgeschlossen ist. Nach Ablauf der vorbestimmten Zeit wird zu diesem Zweck die Flagge "growth finished in speed intervall V" gesetzt.

#### Unterscheidung zwischen Wachstum und Druckverlust

In den nachfolgenden Fällen kann gemäß dem Verfahren der Erkennung zwischen einem Druckverlust und übriggebliebenen Reifenwachstum in folgenden Fällen unterschieden werden:

Fall 1: Der Effekt auf  $Ref(t)$  als Folge eines Druckverlusts besitzt eine große Steigung und einen hohen Absolutbetrag im Vergleich zum übriggebliebenen Reifenwachstum.

Fall 2: Eine Raderkennung nach dem weiter unten beschriebenen Verfahren ist möglich.

- 7 -

Bei Fall 1 handelt es sich zum Beispiel um einen Druckverlust während Fahrzeugstillstand nach Einlernen in diesem Geschwindigkeitsintervall oder um einen sehr schnellen Druckverlust.

Besonders bevorzugt wird, wenn der Wert von Ref einen zweiten Grenzwert (Konstante C) erreicht, der Zähler Z abermals herabgezählt. Hierdurch wird das System davor bewahrt, ein Neureifenanwachsen anzuzeigen, wenn tatsächlich ein Druckverlust vorliegt.

Bei Fall 2 wird folgender physikalischer Zusammenhang angenommen: Druckverluste an einem Rad verursachen einen niedrigeren dynamischen Reifenumfang und somit die Detektion eines schneller drehenden Rades. Im Gegensatz dazu würde anhalten des Reifenwachstum zu einer verringerten Drehzahl des Rades führen. Auf diese Weise kann Wachstum im Falle der Erkennung eines schnellen Rades ausgeschlossen werden. Im letztgenannten Fall wird der Zähler für die Druckerkenung ZP um den Wert 1 nach oben gezählt.

#### Konsequenzen der Wachstumserkennung

Wenn das Neureifenwachstum in einem V-Intervall erkannt wurde, wird die Flagge "growth detected" gesetzt. Als Folge davon wird der Zähler ZP, welcher für die Druckverlusterkennung vorgesehen ist, nicht mehr weiter gezählt. Eine Druckverlustwarnung bleibt aus, da diese erst aktiviert wird, wenn ZP einen vorgegebenen Zählerstand überschritten hat.

Wenn zusätzlich kein Wachstum im aktuellen V-Intervall mehr stattfindet, wird das System zurückgesetzt (Reset), so daß die Lernphase in allen V-Intervallen von neuem beginnt. Die Information über die Beendigung des Neureifenwachstums im jeweiligen V-Intervall wird allerdings durch das System gespeichert.

#### Vermeidung von fehlerhafter Neureifenerkennung

Die Funktion "recheck growth" (301 in Fig. 3) dient dem Schutz vor DDS Fehlwarnungen in niedrigen V-Intervallen, z.B. unterhalb 100 km/h. In diesen niedrigen V-Intervallen kann das Reifenwachstum zumindest dann nicht mehr auftreten, wenn bereits in einem höheren Geschwindigkeitsintervall ein Reifenwachstum stattgefunden hat.

Hierbei liegt folgende Erkenntnis zugrunde: Wenn im niedrigen Geschwindigkeitsintervall die Werte Ref in der Nähe der entsprechenden Lernwerte und gleichzeitig festgestellt wurde, daß in einem hohen Geschwindigkeitsintervall gefahren wurde, dann kann kein verbleibendes Reifenwachstum vom Fahren im hohen Geschwindigkeitsintervalls vorhanden sein.

Dieser Zusammenhang wird in Fig. 5 deutlich gemacht. Ein weiterer Zähler ZC wird dazu genutzt festzustellen, ob der aktuelle Wert von Ref in der Nähe des jeweiligen Lernwertes liegt. In Teilbild a) ist der Wert von Ref über der Anzahl von Samples n aufgetragen. Teilbild b) trägt den Wert des Zählers ZC gegen n auf. Die Kurven 501 und 502 sind Kurven für neue Reifen mit Wachstum; Kurven 503 und 504 stammen von Reifen ohne Neureifenwachstum.

Vermeidung von fehlerhafter Nachüberprüfung

Die Funktion "recheck growth" kann ebenfalls fehlerhaft sein, wenn ein V-Intervall für die Nachüberprüfung nicht gelernt wurde bevor die Nachprüffunktion aktiv wurde. Ein möglicher Ausweg besteht darin, die Statusfunktion über das Lernen zu dem Zeitpunkt zu speichern, wenn die Flagge "growth detectet" gesetzt ist. Die Nachüberprüfungsfunktion kann gerade aktiviert worden sein, wenn die zweite Warnschwelle in einem niedrigen V-Intervall eingelernt wurde, für das die Nachüberprüfungsfunktion vorgesehen ist. Zu Bemerkten ist, daß das Arbeiten mit den ersten Schwellenwerten zu Fehlern führen kann, welche durch fortgesetztes Lernen oder neugestartetes Lernen bei fehlerhafter Lern-Erkennung verursacht wird.

Die Information über den Lernstatus im Augenblick der Wachstumserkennung wird in einer hierfür vorgesehenen Variablen bzw. Speicherstelle gespeichert.

Zurücksetzen (Reset) und Initialisierung

Das System kann vollständig zurückgesetzt werden, wenn ein Reset durch den Fahrer oder eine Diagnosefunktion festgestellt wurde. Die Flaggen zur Erkennung des Neureifenwachstums werden bei einem eventuell aus anderem Grund durchzuführenden internen DDS-Reset nicht zurückgesetzt.

**Patentansprüche:**

1. Verfahren zur Erkennung eines Wachstums des dynamischen Reifenumfangs (Umfangswachstum bzw. Reifenwachstum), dadurch **gekennzeichnet**, daß
  - auf Basis von Raddrehzahlinformationen mindestens ein Referenzwert Ref gebildet wird, welcher insbesondere eine seitenweise und/oder kreuzweise Relation der Kraftfahrzeugräder untereinander darstellt,
  - der zeitliche Verlauf des/der Referenzwerte betrachtet wird und
  - auf Grundlage des Verlaufs Reifenwachstum erkannt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß die gebildeten Referenzwerte mit eingelernten Lernwerten verglichen werden und auf Grundlage des Vergleichs Reifenwachstum erkannt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß Lernwerte für vorgegebene Geschwindigkeitsintervalle individuell gelernt werden.
4. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Umfangswachstum in vorgegebenen Geschwindigkeitsbereichen individuell betrachtet wird.



5. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch **gekennzeichnet**, daß in einem ersten niedrigen Geschwindigkeitsintervall berücksichtigt wird, ob in einem zweiten höheren Geschwindigkeitsintervall bereits Umfangswachstum stattgefunden hat.
6. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch **gekennzeichnet**, daß für den Fall, daß sich das Fahrzeug länger als eine vorbestimmte Zeit in einem vorgegebenen Geschwindigkeitsintervall befindet angenommen wird, daß das Umfangswachstum in diesem Intervall abgeschlossen ist.
7. Verfahren zur Erkennung eines Reifenluftdruckverlustes nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch **gekennzeichnet**, daß ein oder mehrere aktuelle Referenzwerte mit einem oder mehreren Lernwerten verglichen werden und in Abhängigkeit der Abweichung/-en des/der Referenzwerte/-s vom Lernwert auf ein Reifendruckverlust geschlossen wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Druckverlusterkennungssystem deaktiviert wird, während Umfangswachstum stattfindet oder festgestellt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch **gekennzeichnet**, daß zur Unterscheidung zwischen Druckverlust und Umfangswachstum das Vorzeichen der Drehzahländerung des betrachteten Rades ausgewertet wird.

10. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch **gekennzeichnet**, daß zur Unterscheidung zwischen Druckverlust und Umfangswachstum die erste Ableitung von  $\text{Ref}(t)$  und der Absolutbetrag der Abweichung vom Lernwert betrachtet wird.

115

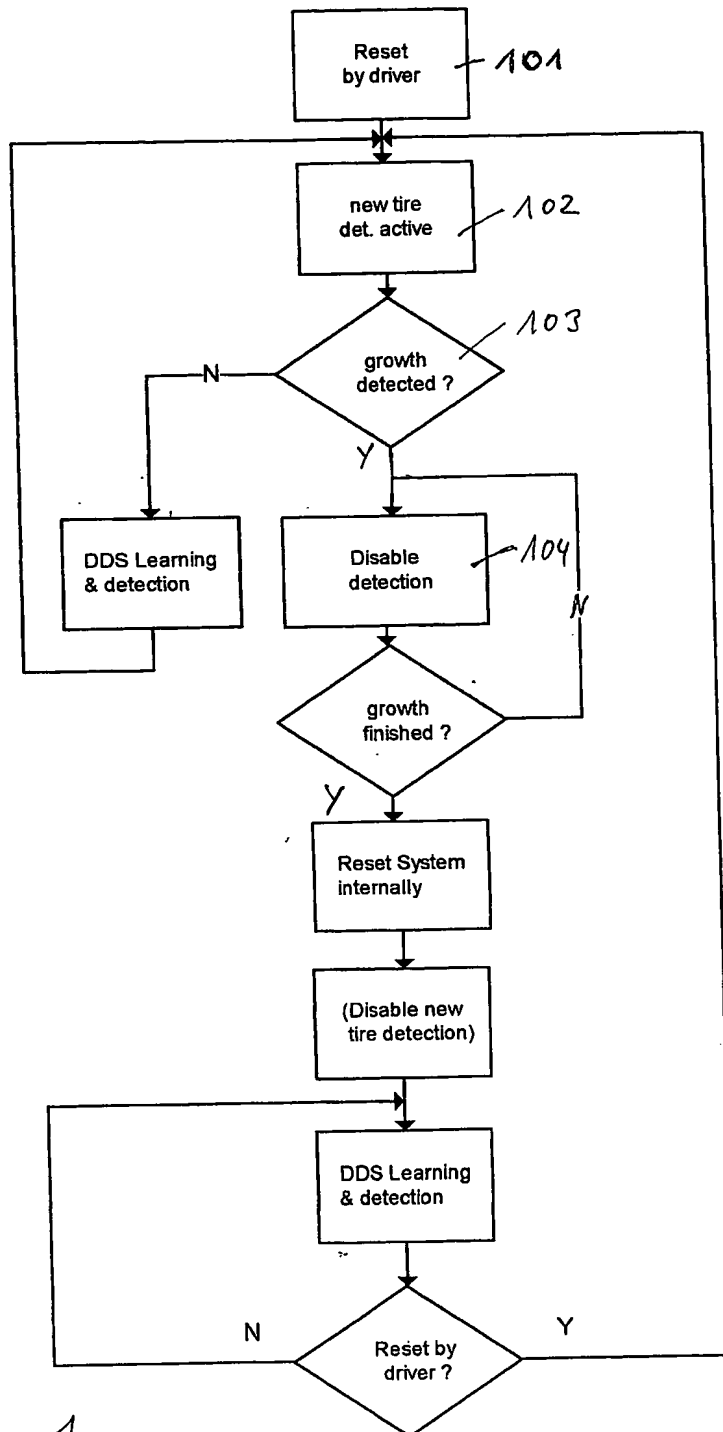
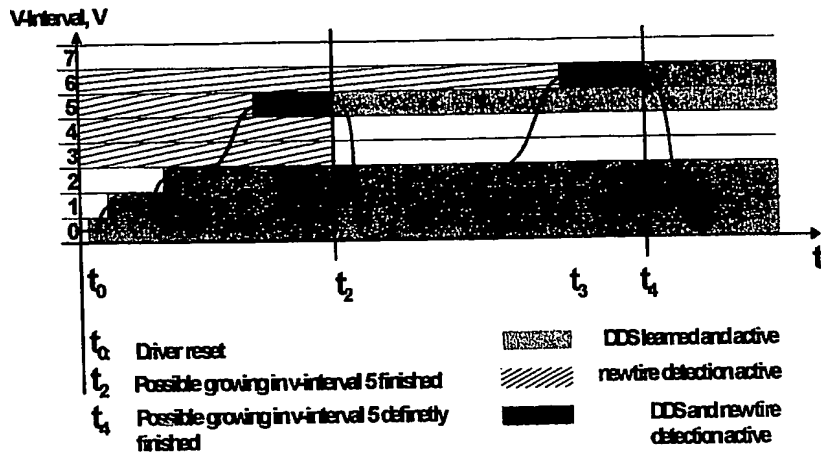
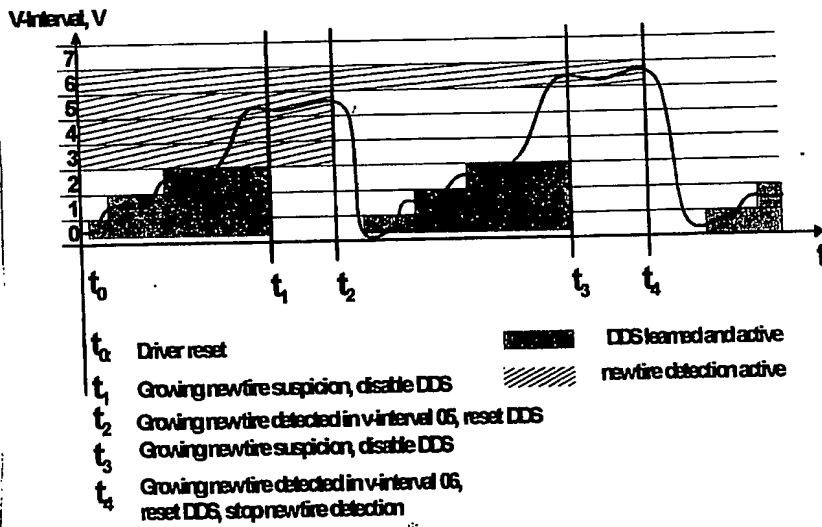


Fig. 1



a)



b)

Fig. 2

BEST AVAILABLE COPY

315

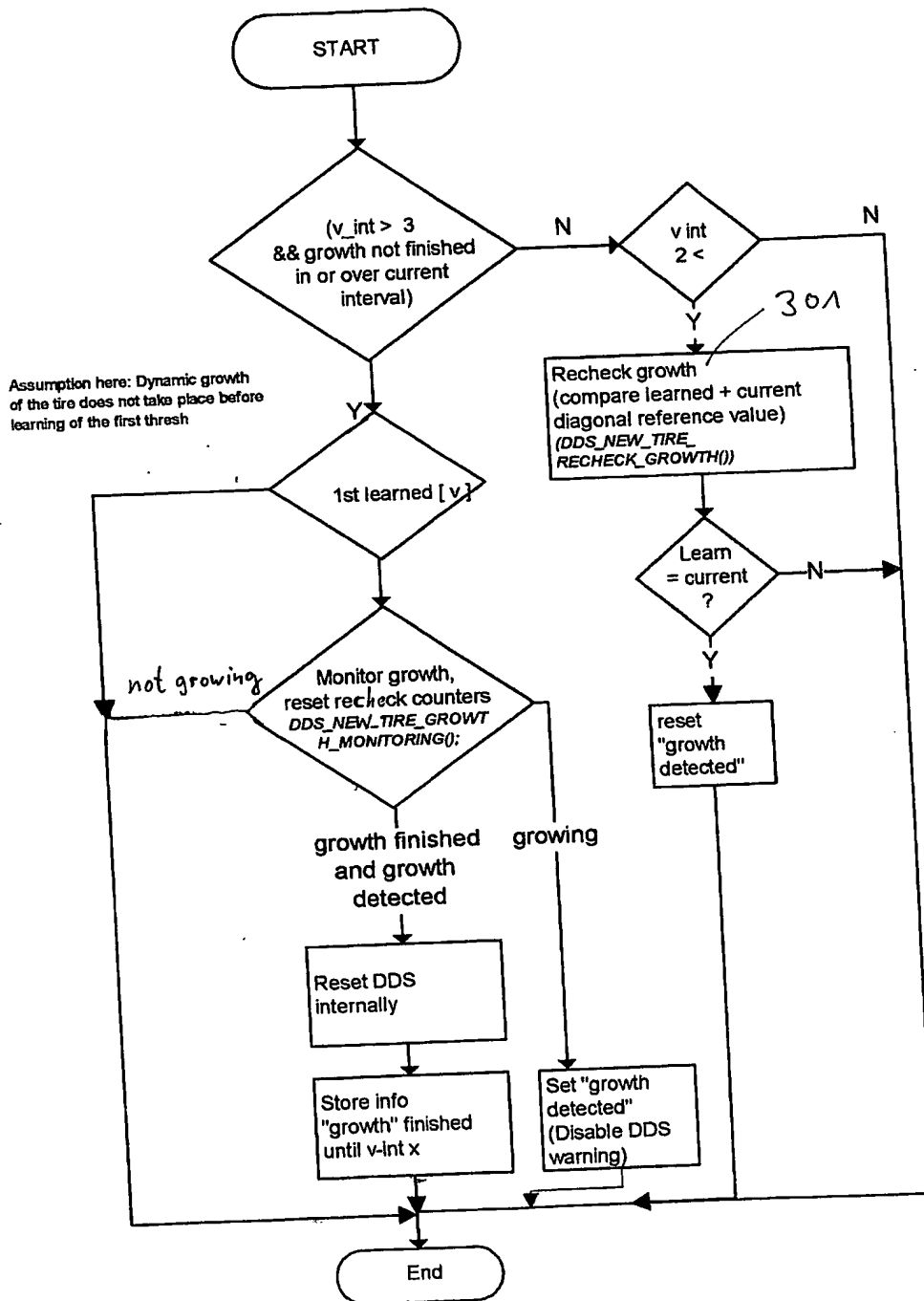


Fig. 3

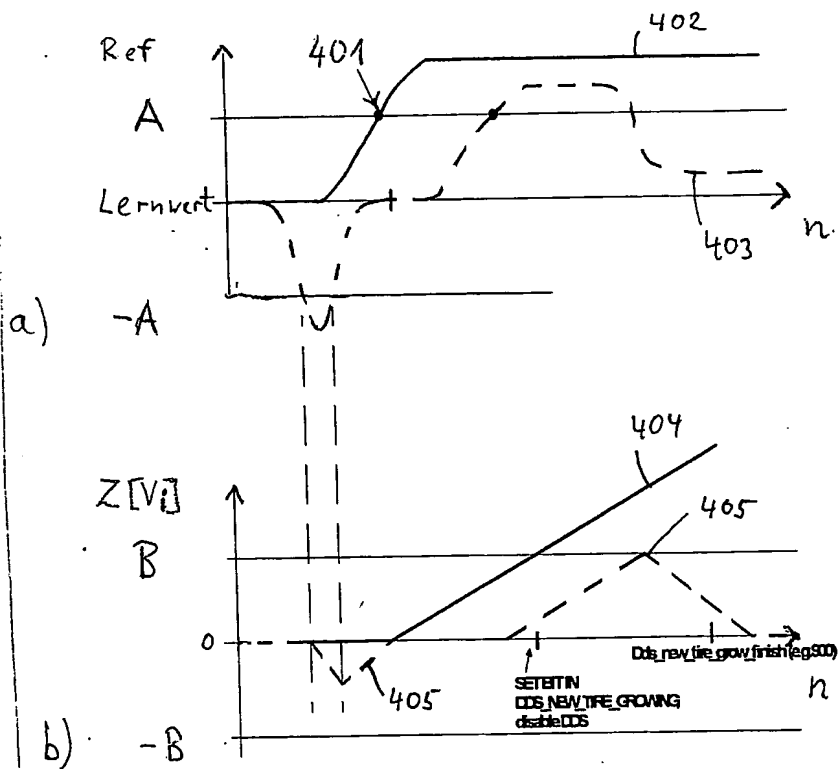
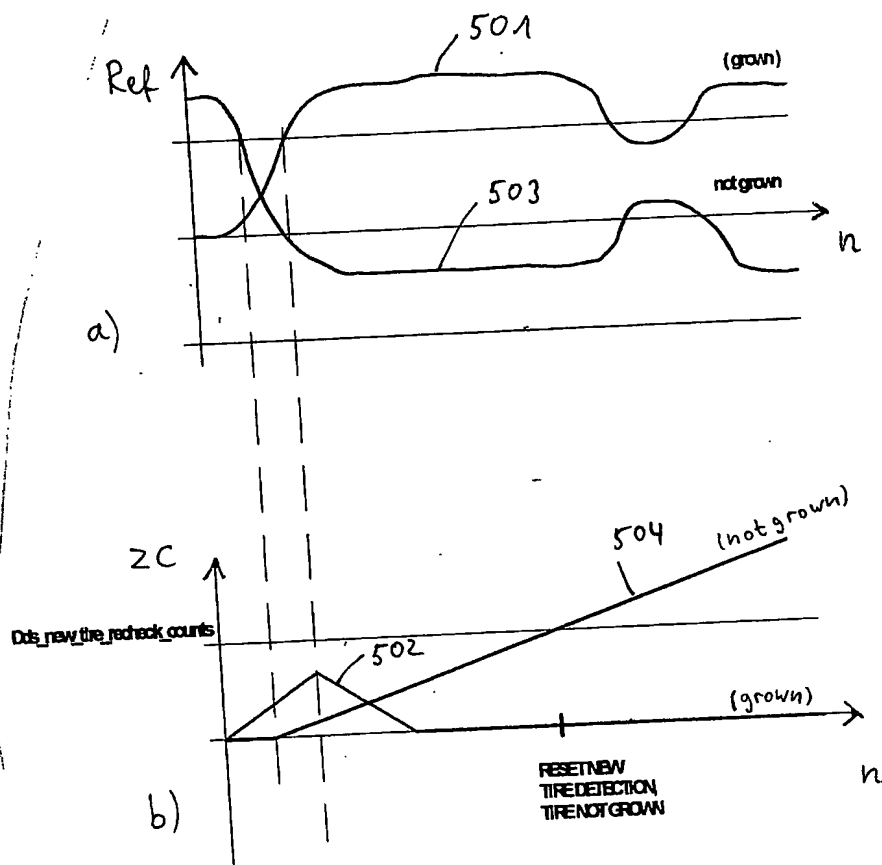


Fig. 4

Fig. 5